Aus der Abteilung für Zahn- und Kieferersatz des zahnärztlichen Instituts der Universität Berlin (Leiter: Prof. Dr. H. Schröder).

Über die Methodik zur Darstellung struktureller Eigenarten im Knochen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung
der zahnärztlichen Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

Vorgelegt von
Walter Lange, Zahnarzt,
aus Grünkirch Kr. Hohensalza

Tag der Promotion: - 2. Aug. 1933

Meiner lieben Mutter.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

611. 716. 4.

Jeder Körper, organisch wie anorganisch, ist aus Elementarteilchen zusammengefügt, die in einer für jeden Körper eigentümlichen Weise angeordnet sind und dessen Struktur darstellen. Diese Feinstruktur, zu systemartigen Verbänden höherer Ordnung vereinigt, ergibt das Bild, das man unter der Architektur eines Körpers versteht.

So setzen sich, wie allbekannt, die Metalle aus Kristallen zusammen, aus deren Anordnung wichtige Schlüsse über ihre Eignung und Widerstandskraft gezogen werden können.

Die feineren Strukturelemente des Knochens und deren Anordnung zu Lamellensystemen sind seit langem bekannt. Unter der Architektur des Knochens versteht man gewöhnlich das durch die Anordnung seiner Spongiosa bedingte Bild.

Die Kenntnis der mathematischen Gesetzmäßigkeit im Aufbau der Spongiosa und des Einflusses der funktionellen Beanspruchung auf die Anordnungsrichtung der gröberen Bauelemente und die äußere Form verdanken wir den grundlegenden Arbeiten H. v. Meyers, Culmanns, J. Wolffs und Roux.

Roux hat besonders die funktionelle Einheit der Spongiosa und Kompakta betont und festgestellt, daß die Haverschen Lamellensysteme der Kompakta, von neueren Autoren Osteone genannt, in Richtung der funktionellen Beanspruchung verlaufen, mit anderen Worten den gleichen Richtungsverlauf haben wie die Trajektoriensysteme der Spongiosa. Gebhardt wies nach, daß sogar jede einzelne Haversche Lamelle in ihrem Feinbau der funktionellen Beanspruchung Rechnung trage, was Petersen allerdings in neueren Untersuchungen bestreitet.

Damit war es gelungen, die normale Form und Struktur als ein Produkt der funktionellen Beanspruchung zu analysieren und einen großen Teil der pathologischen Veränderungen als Anpassungsvorgänge an veränderte funktionelle mechanische Verhältnisse zu erkennen.

Gegenstand dieser Arbeit sollen aber nicht die Ergebnisse der Knochenstudien sein, sondern sie will die Wege und Möglichkeiten, die zur Sichtbarmachung und Aufdeckung der gröberen Strukturanordnung im Knochen führen, aufzeigen.

Die **ersten Untersucher** einschließlich H. v. Meyers zersägten den Knochen in seiner Längsrichtung, betrachteten die Spongiosa in der Aufsicht und ließen von der Oberfläche Zeichnungen anfertigen, die auch bei gewollter Objektivität der Phantasie des Künstlers viel Spielraum ließen. Dennoch sind mit dieser einfachen Methode die grundlegenden Erkenntnisse über die Architektur der Spongiosa geschaffen worden.

J. Wolff führte in die Methodik den Fournierschnitt ein. Der zu untersuchende Knochen wurde auf einer mechanischen Säge in möglichst dünne Blätter (1 bis 2 mm) zersägt), die auch wieder in der Aufsicht betrachtet wurden oder auf schwarzen Sammet gelegt, bei auffallender Beleuchtung gut photographiert werden konnten.

Wenn es auch damit möglich war, den Verlauf der Trajektorien deutlicher und klarer zur Anschauung zu bringen und im ganzen Knochen zu verfolgen, so ist doch mit dieser Art der Präparateherstellung ein großer Substanzverlust verbunden, der ein völliges Erfassen des Architekturbildes nicht erlaubt. Außerdem lösen sich dichter gefügte Spongiosaabschnitte nicht in ihre Einzelheiten auf.

Toldt zieht die anatomische Präparation der Spongiosa mit Hammer und Meißel der Fournierschnittmethode vor, weil nur auf diese Weise ein Gesamtüberblick über die Anordnung der Trajektorien gewonnen werden könne. Bei dem fließenden Übergang von Kompakta zu Spongiosa ist eine genaue Präparation aber unmöglich. Aufschluß über die räumliche Verteilung der Spongiosa mittels der Schnittmethode könnte nur eine Schnittführung in den drei Ebenen geben (Katz).

Man hat auch versucht, mit Hilfe des Mikroskops die gröberen Strukturverhältnisse zu klären. Es ist aber auch damit eine ausreichende Darstellung ebensowenig möglich, weil die Herstellung der Knochenschliffe gleichfalls einen großen Substanzverlust bedingen. Die Resultate dieser Betrachtungsweise sind nur als Stichproben verwertbar. Ein übersichtliches Bild könnte nur gewonnen werden durch Serienschnitte, die räumlich den natürlichen Verhältnissen entsprechend betrachtet und dann rekonstruiert werden müßten. Entkalkung, Herstellung der Schnitte und deren Rekonstruktion sind eine sehr mühselige und zeitraubende Arbeit, die der vergleichenden Durchprüfung eines größeren Materials im Wege steht.

Die bisher erwähnten Schnittmethoden erlauben zwar einen Einblick in den Aufbau des Knochens. Völlige Erfassung seines Architekturbildes ist mit dieser oberflächlichen Betrachtungsweise nicht möglich.

Erwähnt sei auch noch das Aufhellungsverfahren nach Spalteholz, das auf einer Durchtränkung des entkalkten Knochens mit einer Flüssigkeit beruht, die den gleichen Berechnungsindex 5,417 besitzt wie der entkalkte Knochen. So Bedeutendes dieses Verfahren für die Darstellung der Gefäße, zumal im embryonalen Knochen, leistet, läßt es die Knochenstruktur nicht in überzeugender Weise hervortreten.

Erst die Einführung der Röntgenphotographie erleichterte das Studium der Architekturverhältnisse im Knochen und ermöglichte die Darstellung der gesamten Trajektoriensysteme. Da es sich aber bei der Röntgenphotographie um Strahlen handelt, die von einem Punkt aus divergieren und die daher Bilder nach dem Prinzip der Zentralprojektion, also Schattenbilder, ergeben, sind diese Bilder stets objektunähnlich mit Übertreibungen in den Dimensionen und Verschiebungen in der Lage der Teile. Eine annähernd richtige und unverzerrte Wiedergabe der Verhältnisse ist an bestimmte Voraussetzungen geknüpft, die der Natur der Röntgenstrahlen Rechnung tragen: Großer Fokus-Plattenabstand, möglichst kleiner Platten-Objektabstand, möglichst punktförmiger feststehender Fokus und Ausschaltung der Sekundärstrahlung durch geeignete Blenden. Bei Beachtung dieser Aufnahmeregeln gelingt es zwar, die Projektionsverzeichnungen auf ein Minimum zu reduzieren, wir erhalten aber ein Bild, auf dem die räumlich übereinanderliegenden Teile alle auf eine Fläche projiziert sind. Deshalb ist es nicht möglich, auf einer solchen Aufnahme die Tiefenverhältnisse zu analysieren, selbst wenn man das Bild wieder von einem Punkte aus, also nur mit einem Auge betrachtet, wodurch vielleicht ein gewisser Tiefeneindruck erreicht werden kann. Eine räumlich richtige Abbildung ist nur durch eine stereoskopische Aufnahme zu erreichen, die von Hasselwander für anatomische Röntgenuntersuchungen unbedingt gefordert wird. Die Wahl des jeweils richtigen Härtegrades der Röhre und damit der richtigen Belichtungszeit hängt von dem zu untersuchenden Objekt ab. Allgemein ergeben harte Strahlen kontrastarme Bilder bei kurzer Belichtungszeit, weiche Strahlen kontrastreiche Aufnahmen in langer Zeit. Für Strukturaufnahmen eignen sich also besonders gut die weichen Strahlen.

J. Wolff sagt über die Röntgenmethode im Vergleich zur makroskopischen Betrachtungsweise:

> „Die Durchstrahlung der Fournierblätter hat ergeben, daß man auf den Röntgenbildern viel mehr sieht, als an den Fournierblättern selbst, es tritt eine Klärung allzu dichter Spongiosapartien, stärkeres Hervortreten der Hauptbälkchen und eine Abschwächung der Nebenbälkchen ein, sodaß die Trajektorienanordnung noch deutlicher und überzeugender zur Erscheinung kommt."

Das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen enthebt uns zwar der Mängel und Schwierigkeiten der Fournierblattherstellung, denn das Strukturbild eines ganzen Knochens stellt uns die Summe der Bilder der einzelnen Fournier-

schnitte dar (Gocht, Walkhoff, Bade), aber gleichzeitig ist schwer zu unterscheiden, ob das Gesamtbild der Strukturzeichnung auf der Röntgenplatte der Spongiosa zuzurechnen ist, oder ob auch die Kompakta an dem Zustandekommen maßgeblich beteiligt ist, denn das Bild erfaßt beides.

Durch Entfernung der Kompakta oder Spongiosa ist es möglich, eine Differenzierung unserer Erkenntnis herbeizuführen und zu überprüfen, inwieweit die Strukturzeichnung auf Spongiosa bzw. Kompakta zurückzuführen ist.

Ich habe zu diesem Zwecke von der einen Hälfte menschlicher Unterkiefer die Kompakta mit Hammer und Meißel, soweit dies überhaupt möglich ist, entfernt, von der anderen Hälfte die Spongiosa mit Schaber und Fräse, bis glatte Innenflächen vorhanden waren. Von diesen Präparaten wurden mit dem

Abb. 1.
Röntgenaufnahme vor Entfernung der Kompakta.

Siemens-Röntgenapparat Heliodor unter den gleichen Versuchsbedingungen (64 KV, 3 Sekunden Belichtungszeit, Fokusabstand 50 cm) Röntgenaufnahmen gemacht.

Ein Vergleich der Röntgenaufnahmen, die vor bzw. nach der Entfernung der Kompakta angefertigt wurden, zeigt keinen bemerkbaren Ausfall in der Strukturzeichnung, vielmehr treten die Architekturverhältnisse viel deutlicher und unverschleierter hervor. Umgekehrt läßt das Röntgenbild des Unterkiefers nach Entfernung der Spongiosa einen sehr deutlichen Ausfall der Zeichnung zutage treten.

Es zeigt sich also, daß die Liniensysteme im Röntgenbild des menschlichen Unterkiefers größtenteils der Spongiosa angehören.

In der Literatur wird die Strukturzeichnung des Knochens auf der Röntgenplatte nur der Spongiosa zugesprochen (Walkhoff, Gocht, Bade, Barth) und bei Unterkieferbildern auf die Trajektoriensysteme Walkhoffs zurück-

geführt. Braunschweiger hat in neuerer Zeit diese Frage nachgeprüft. Auf Grund seiner Versuche kommt auch er zu dem Ergebnis, daß die Kompakta des menschlichen Unterkiefers im Röntgenbild keinerlei Strukturdifferenz auf-

Abb. 2.
Röntgenaufnahme nach Entfernung der Kompakta.

weise, und die gesamte Strukturzeichnung des Röntgenbildes auf die Spongiosa zu beziehen sei.

Winkler hat zuerst darauf hingewiesen, daß im Röntgenbild vom Unterkiefer kleiner Affen, die im ganzen wenig Spongiosa enthalten, auch an den Stellen trajektorielle Liniensysteme vorhanden sind, die nachweislich keine Spongiosa enthalten, oder an denen die spärliche Spongiosa entfernt worden

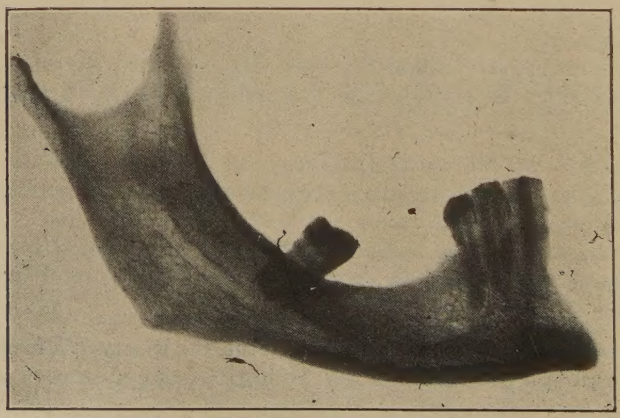


Abb. 3.
Röntgenbild der anderen Kieferseite vor der Bearbeitung.

war. Er bringt diese Liniensysteme in Zusammenhang mit den Haversschen Kanälen oder den Lamellensystemen um diese Kanäle.

Gelegentlich vergleichend anatomischer Röntgenuntersuchungen an Tierunterkiefern (Hund, Dachs, Fuchs, Wasserschwein und Rind) habe auch ich an

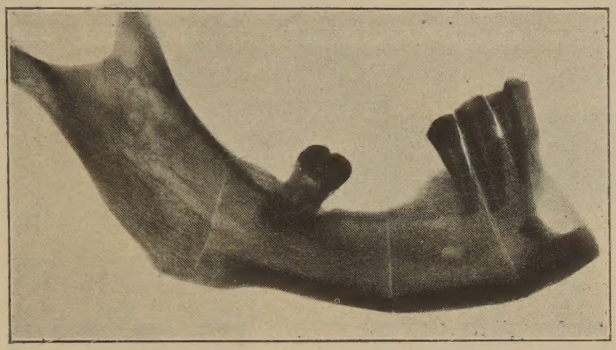


Abb. 4.
Röntgenbild derselben Kieferseite nach Entfernung der Spongiosa. Die Stellen, an denen die Spongiosa entfernt ist, treten deutlich hervor.

den Stellen eine starke Differenzierung des Röntgenbildes gefunden, die, wie genaue Nachuntersuchung ergab, keine oder nur ganz geringe Mengen Spongiosa aufwiesen. Nach Entfernung dieser Spongiosateilchen zeigte das Röntgenbild in den Hauptzügen das gleiche Bild.

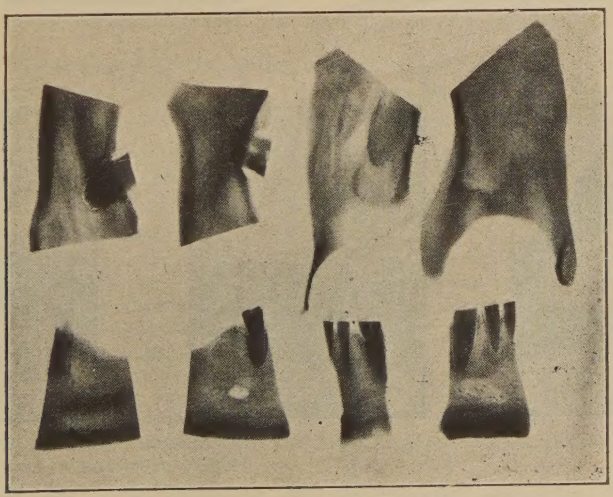
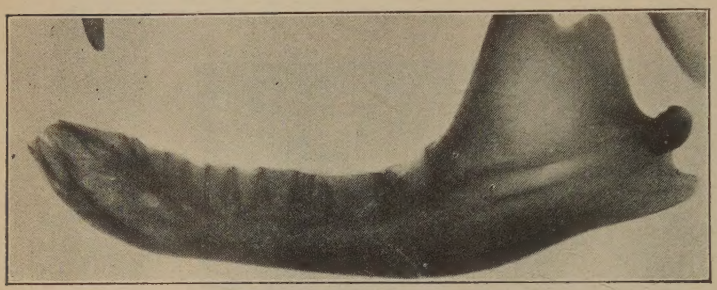


Abb. 5.
Kompaktahälften nach gründlicher Entfernung der Spongiosa zeigen bei Aufnahmen mit mittelharten Strahlen (64 KV), wie sie für diagnostische zahnärztliche Zwecke gewöhnlich verwandt werden, nur Dichtigkeitsunterschiede, in der Schwärzung aber keine nennenswerte Strukturzeichnung.

Abb. 6.
Aufnahmen, die die Strukturzeichnung der Kompakta am Unterkiefer des Tieres zeigen.



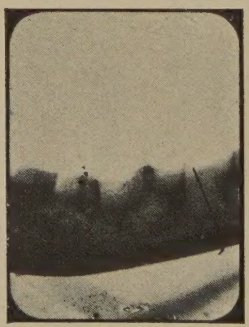
a

b

c

d

e



f

g

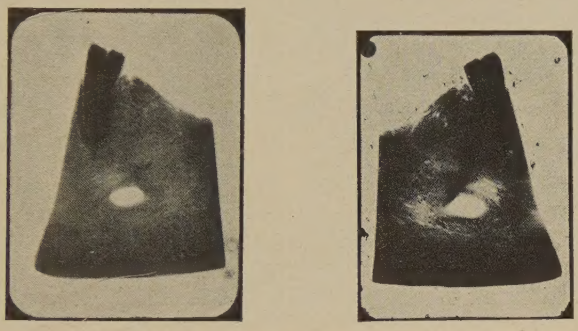
Bild a bis c sind von einem Dachskiefer angefertigt. Bild a zeigt sehr geringe Spongiosamengen im unzersägten Kiefer, die bei Bild b und c entfernt sind. Die Strukturdifferenzierungen sind aber trotzdem im wesentlichen die gleichen geblieben. Bild d stammt vom Querschnitt durch den Unterkiefer eines Hundes unmittelbar hinter dem letzten Molaren. Bild e bis g Aufnahmen vom Unterkiefer eines Fuchses. Bild f zeigt noch die spärliche Spongiosa.

Man wird also die Ergebnisse Winklers für den Unterkiefer kleiner Tiere anerkennen müssen, die vielleicht auf eine gröbere Lamellenstruktur im Tierkiefer im Gegensatz zur Lamellenstruktur des menschlichen Unterkiefers schließen lassen.

Im Gegensatz zu Braunschweiger möchte ich betonen, daß es auch in der Kompakta menschlicher Unterkiefer gelingt, mit Röntgenstrahlen teilweise Strukturen nachzuweisen, selbst wenn die gleiche Strahlenhärte (64 KVT.) zur Aufnahme verwendet wird, wie bei der Spongiosadarstellung im ganzen Knochen. Das Ergebnis solcher Untersuchungen hängt im weitesten Maße von der verwendeten Strahlenhärte ab.

(Eine Mitbeteiligung der Spongiosa kann ausgeschlossen werden, weil die Knochenhälften auf der Spongiosaseite mit Bimsstein vollständig geglättet wurden.)

Abb. 7.



a
Bild a: Kompaktastruktur bei mittelharten Strahlen.

b
Bild b: Kompaktastruktur bei weichen Strahlen.

Obwohl also auch die Kompakta des menschlichen Unterkiefers im Röntgenbilde Differenzierungen hervorruft, ist ein völliges Erfassen der Struktur in der Kompakta, die nach Roux und Gebhardt auf der Anordnungsweise und Richtung der Haversschen Kanäle und deren Lamellensystemen beruht, mit der Röntgenmethode nur schwer möglich. Sogar sehr weiche Röntgenstrahlen (22 bis 25 KVT.) ermöglichen, wie Versuche gezeigt haben, keine völlige Differenzierung der Kompaktastruktur.

Auf ganz andere Weise hat Benninghoff in Anlehnung an die Spaltliniendarstellung der Haut nach Langer die gröbere Kompaktastruktur makroskopisch sichtbar gemacht. Wenn man in einen entkalkten Knochen mit einer drehrunden Ahle einsticht, entsteht ein Spalt, der durch nachträgliches Einreiben von Farbe (Tusche) sichtbar gemacht werden kann. Diese Spalten ordnen sich zu Linien an, die nach Benninghoff der Richtung des größten Druckes und Zuges im Knochen entsprechen. Sie geben also das Bild der gröberen Kompaktaarchitektur wieder. Es werden auf diese Weise zwar die Osteone, die die hauptsächlichsten Bauelemente des fertigen Knochens darstellen, nicht direkt erfaßt, sondern nur die sie überdeckenden oberflächlichen Generallamellen. Die Spaltlinien geben aber doch, wie Benninghoff nachweist, den Osteonverlauf wieder.

Beweise für die **Gleichartigkeit der Spalträume** mit dem Verlauf der Osteone sind:

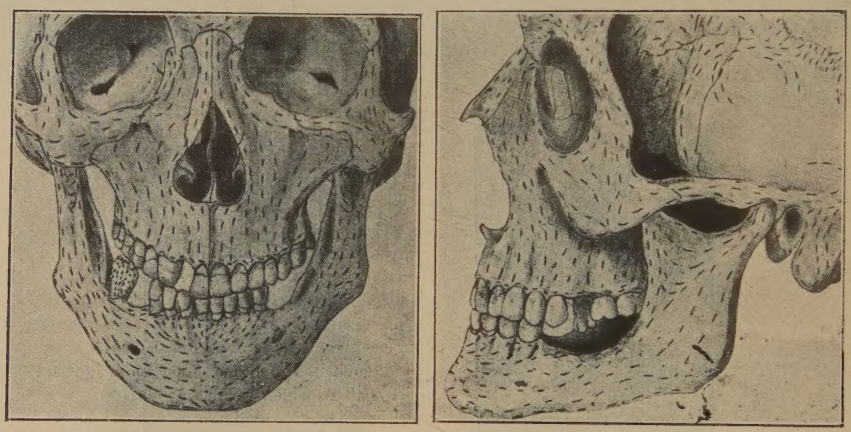
1. Die makroskopische Sichtbarmachung der Osteone nach Entfernung der Generallamellen am entkalkten Knochen.

2. Die mikroskopische Nachuntersuchung von Schnitten mit Spaltlinien versehener Knochen im polarisierten Licht.

Benninghoff hat viele solcher Paralleluntersuchungen durchgeführt und „stets gefunden, daß die Spaltlinien der Generallamellen in Richtung der Osteone verlaufen und daß mit den Spaltlinien der Osteonverlauf dargestellt ist".

Mit einigen wenigen Linienzügen deutet diese Methode die vorherrschende Verlaufsrichtung an, die Gesamtarchitektur der Kompakta wird aber nur fragmentarisch erfaßt. Künstliche Spalträume im entkalkten Knochen dürften nur schwer zu vermeiden sein, vor allem, wenn man von einem „Typus des Spaltlinienverlaufs, der für jeden Knochen konstant ist", ausgeht.

Abb. 8.



a b

Spaltlinienverlauf am Schädel nach Benninghoff. (Aus Verhandl. d. anatom. Gesellsch. 1925.)

Auf diese Schematisierung wird es wohl zurückzuführen sein, daß ich mit einer anderen Methode für bestimmte Unterkieferabschnitte einen etwas von den Spaltlinien abweichenden Verlauf der Osteone feststellen konnte.

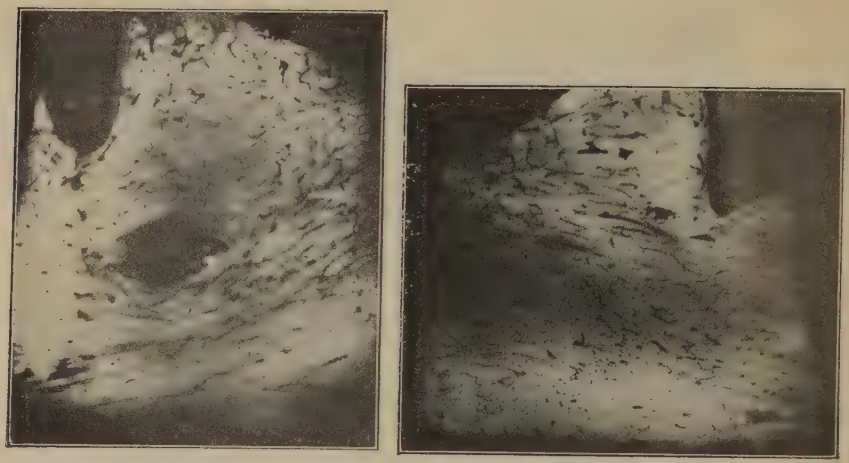
Auch individuelle Verschiedenheiten im Strukturbild der Kompakta, die durch verschiedene mechanische Beanspruchung bedingt sind, werden mit 4 bis 5 Linien nicht darstellbar sein.

Dies wird erst möglich sein, wenn es gelingt, die Anordnung und den Verlauf der gesamten Osteone zur Anschauung zu bringen. Der **Verlauf der Osteone** ist gebunden an das Blutgefäßsystem in den Haversschen Kanälen, aus deren Anordnung auf den Verlauf der Osteone geschlossen werden kann. Eine Erfassung der Gesamtarchitektur der Kompakta wäre möglich, wenn die Sichtbarmachung der Haversschen Kanäle gelänge.

Auf Anregung von Prof. H. Schröder habe ich nach einem Wege gesucht, welcher die Darstellung der Gesamtarchitektur eines Knochens, speziell des Unterkiefers, gestattet. Spongiosa und Kompakta bilden eine Einheit. Eine Darstellung der Knochenarchitektur, die Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, muß beides umfassen. Für die Darstellung der Spongiosa reicht das Röntgenverfahren aus. Das Studium der Kompaktastruktur in ihrer Gesamtheit aber stößt auf große Schwierigkeiten. Dabei ist es auf einfache Weise möglich, die Haversschen Kanäle und damit den Verlauf der Osteone objektiv und deutlich darzustellen, wie Abb. 9—12 zeigen.

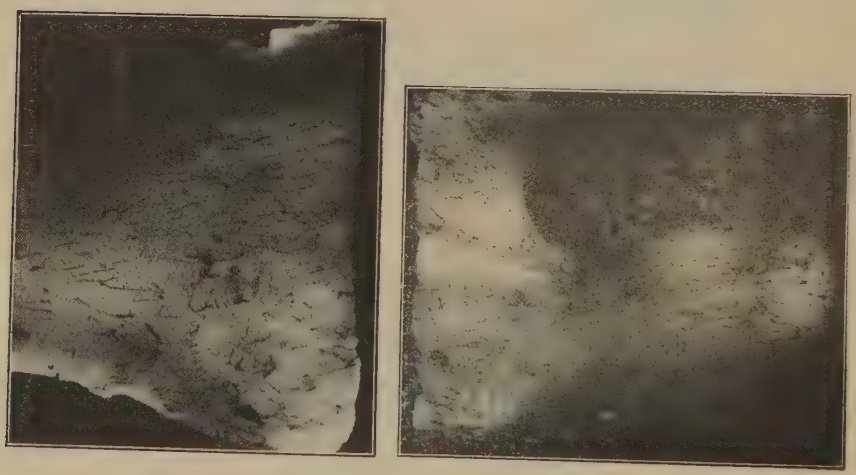
Abb. 9.
Verlauf der Kanäle in der Gegend von 1 bis 3 labial.

Abb. 10.
Haverssche Kanäle in der
Gegend 1 bis 3 lingual.



a: labial. b: lingual.

Abb. 11.
Haverssche Kanäle in der Gegend 4 bis 5.



a: labial. b: lingual.

Abb. 12.
Haverssche Kanäle in der Gegend 8.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß infolge der verschiedenen Dicke innerhalb der Präparate die Schwärzung der photographischen Platte in den einzelnen Abschnitten der gleichen Platte sehr verschieden stark ausfällt, darum geben die zugehörigen Abzüge die feine Zeichnung des Negativs nur unvollkommen wieder.

Herstellung der Präparate:

Frische fixierte Kiefer, wie sie in der Anatomie erhältlich sind, wurden in Antiformin nach Schmorl oberflächlich mazeriert, bis die anhaftenden Weich-

teile sich leicht entfernen ließen. Dann wurde der Kiefer in der Längsrichtung zersägt und die Spongiosa mit Schaber und Fräse entfernt. Zum Schluß wurden mit Bimsstein die Knochenhälften auf der Spongiosaseite geglättet.

Nach dieser Bearbeitung traten die Haversschen Kanäle bei Betrachtung im durchfallenden Licht gut sichtbar hervor.

Zahlreiche Versuche mit starkem Licht gleich den Röntgenstrahlen Schattenbilder der Kompakta zu erhalten, welche den Verlauf der Kanäle, die im durch-

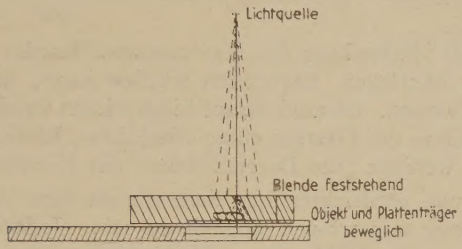


Abb. 13.

fallenden Licht so gut zu sehen waren, wiederzugeben, schlugen fehl. Als Lichtquelle verwandte ich eine Bogenlampe (5 Amp.).

Es lag nahe, die starke Streuung, die gewöhnliches Licht beim Durchgang durch trübe Medien erfährt, für den Mißerfolg verantwortlich zu machen. Durch Blenden mit kleiner Lichtöffnung, unter welchen das Objekt hinweggeführt wird, kann man die Streustrahlung einschränken. Derartige Versuche wurden mit freundlicher Förderung durch Herrn Prof. Friedrich im Institut für Strahlenforschung durchgeführt.

Die Skizze Abb. 13 veranschaulicht die Versuchsanordnung, bei der durch ein Vorgelege Objekt und Platte zwischen einer Doppelblende hindurchgeführt werden konnte.

Die Blendenöffnung betrug 1 mm. Aber auch bei so weitgehender Ausschaltung der Streustrahlung war trotz vieler Variationen in der Belichtungszeit (3 Sek. bis 3 Min.) kein differenziertes Schattenbild zu erreichen.

Ebenso zeitigte die Verwendung von ultraroten Strahlen, geschaffen durch Vorsetzen eines dunklen Rubinglasfilters vor die Bogenlampe, keinen Erfolg. Jedoch sind diese Versuche als noch nicht abgeschlossen zu betrachten, denn die bisher verwendeten Agfa Extra-Rapidplatten sind nur für das Ultrarot etwas über 700 $\mu\mu$, das nahe an die Wellenlänge des sichtbaren Lichts 700 $\mu\mu$ herabreicht, empfindlich. Die tatsächlich unsichtbaren aber trübe Medien stark durchdringenden Ultrarotstrahlen (830 $\mu\mu$), die durch Vorschaltung eines Schwarzfilters vor die Lichtquelle erhalten werden können, setzen eine besondere Plattenemulsion voraus, die ich aber noch nicht erhalten konnte. Darum kann trotz der bisherigen negativen Ergebnisse über die Brauchbarkeit der ultraroten Strahlen für unsere Zwecke kein Urteil gesprochen werden.

Ultraviolettes Licht, für das jede photographische Platte sehr empfindlich ist, lieferte ebenfalls keine Resultate.

Erst die ganz einfache photographische Wiedergabe im durchfallenden Licht führte zu einem vollen Erfolge (siehe Bilder). Für die Aufnahmen wurde der im Zahnärztlichen Institut Berlin vorhandene Zeichenapparat der Firma Leitz verwandt und das Bild der Kanäle in vierfacher Vergrößerung wiedergegeben.

Es lassen sich für die photographische Wiedergabe auch ultrarote Strahlen verwenden. Erwartungen, die sich betreffs der Bildklarheit an diese Strahlen knüpften, haben sich nicht erfüllt. Die richtige Belichtungszeit erforderte hierbei das 200fache der bei gewöhnlichem Licht benutzten Zeit. Versuche mit durchfallenden ultravioletten Strahlen fielen negativ aus. Es wurde zwar kein Quarzglas verwendet, aber auch gewöhnliches Glas ist für ultraviolette Strahlen bis zu 320 $\mu\mu$ durchlässig.

Das einfache Bogenlicht hat sich also für unsere Zwecke bisher am geeignetsten erwiesen.

Ob diese Art der Darstellung der Haversschen Kanäle als brauchbar oder anderen Methoden überlegen empfohlen werden kann, müssen erst größere Vergleichsreihen erweisen. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Art und vielleicht auch der Grad der Fixation einen erheblichen Einfluß zu haben scheint auf die mehr oder weniger gute Darstellbarkeit der Kanäle.

An entfetteten und gebleichten Knochen scheint diese Art der Darstellung der Kompaktastruktur nur schwer möglich zu sein. Jedoch sind erfolgreiche Versuche gemacht worden, die Kanäle mit Farbstoffen wieder sichtbar zu machen, die zu weiteren Arbeiten in dieser Richtung ermuntern.

Es ist zu erwarten, daß diese Darstellungsmethode der Kompaktaarchitektur dazu beitragen wird, die funktionelle Gestalt des Unterkiefers noch weiter zu erfassen und die Auswirkung der jeweils individuellen Beanspruchung zu erkennen.

Zusammenfassung.

Ein Erfassen der Gesamtarchitektur eines Unterkiefers gelingt am besten und leichtesten mit dem Röntgenverfahren.

Die Strukturzeichnung der Röntgenplatte gehört größtenteils der Spongiosa an, ist aber von dem verwendeten Härtegrade der Röhre abhängig.

Weiche Röntgenstrahlen ergeben von der Kompakta ein deutliches Strukturbild, welches mit dem Verlauf der Haversschen Kanäle übereinstimmt.

Nach geeigneter Präparation lassen sich die Haversschen Kanäle der Kompakta direkt photographisch im durchfallenden Lichte darstellen.

Literaturverzeichnis.

Agfa Photoblätter. Über Aufnahmen im infraroten Licht. 1932, Nr. 9.

v. Angerer, E. Landschaftsphotographie im ultraroten und ultravioletten Licht. Die Naturwissenschaften. 1930, Jahrg. 18, H. 17.

Benninghoff, A. Spaltlinien am Knochen, eine Methode zur Ermittlung der Architektur platter Knochen. Verhandl. d. anatom. Gesellsch., 1925.

Braunschweiger. Bedeutung der Spongiosa für das Röntgenbild des Unterkiefers. Deutsche Zahnhlk., H. 56.

Gebhardt, W. Über funktionell wichtige Anordnungsweisen der feineren und gröberen Bauelemente des Wirbeltierknochens. Arch. f. Entw. Mech., Bd. 20, 1905.

Gocht. Die Herstellung von Knochenstrukturbildern mittels Röntgenstrahlen. Fortschr. a. d. Gebiet d. Röntgenstrahlen. 1898, Bd. 1.

Hasselwander. Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Anatomie. Ergebn. d. Anat. und Entwickl., 1921, Bd. 23.

Katz. Architektur des Unterkiefers. Vierteljahresschrift f. d. Zahnhlk., 1931, H. 1 u. 2.

v. Meyer, H. Zur genaueren Kenntnis der Substantia Spongiosa. Beitrag z. Biologie, 1882.

Petersen. Über den Feinbau der menschlichen Skeletteile. Arch. f. Entw. Mech., 1927.

Roux. Funktionelle Anpassung. Enzyklop. d. ges. Heilk., 1894, Bd. 4.

Schinz. Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Leipzig, 1932.

Spalteholz. Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten. Leipzig, 1914.

Toldt. Über einige Struktur- und Formverhältnisse des menschlichen Unterkiefers. Korrespondenz-Bl. d. Anthropol. Gesellsch. 1904, Bd. 25.

Walkhoff. Der menschliche Unterkiefer im Lichte der Entwicklungsmechanik. Deutsche Mschr. f. Zahnhlk., 1900, H. 12; 1901, H. 1, 2, 3.

Winkler, R. Über den funktionellen Bau des Unterkiefers. Zeitschr. f. Stomat., 1921, Jahrg. 19

Wolff, J. Das Gesetz der Transformationen. Berlin, 1892.

Wolff, J. Bemerkungen zur Demonstration von Röntgenbildern der Knochenarchitektur. Berl. Klin. Wschr., 1900.

Anschrift: Kreuz (Ostbahn).

Lebenslauf.

Am 10. 10. 1903 bin ich, Walter, Georg Lange, als Sohn des verstorbenen Lehrers und Kantors Julius Lange und seiner Ehefrau Hedwig geb. Eschenbach in Grünkirch Kr. Hohensalza Prov. Posen geboren.

1924 legte ich in Berlin das Abiturientenexamen ab, bestand 1926 das Vorexamen in Berlin und erwarb ebendort 1931 die zahnärztliche Approbation.